

# 生产工艺对直条螺纹钢综合性能的影响研究

孙 飞

内蒙古包钢钢联股份有限公司长材厂 内蒙古 包头 014010

**摘 要:** 本文深入研究了生产工艺对直条螺纹钢综合性能的影响。通过对冶炼、轧制、热处理等关键生产环节的细致分析,探讨不同工艺参数对钢材化学成分、组织结构、力学性能、耐腐蚀性及表面质量等方面的综合影响。研究发现,优化生产工艺能够显著提升直条螺纹钢的强度、韧性、耐磨性和耐腐蚀性,同时改善其表面光洁度和粗糙度,提高产品质量和使用寿命。本文的研究结果为直条螺纹钢的生产工艺优化和性能提升提供理论依据和实践指导,有助于推动钢铁行业的可持续发展。

**关键词:** 直条螺纹钢; 生产工艺; 综合性能; 力学性能

## 1 直条螺纹钢生产工艺概述

直条螺纹钢的生产是一个复杂而精细的过程,它涉及多个关键步骤,从原料准备到最终产品的成型,每个步骤都至关重要。生产工艺从原料的选取开始,优质的铁矿石、焦炭以及石灰石等是生产直条螺纹钢的基础。这些原料经过严格的筛选和预处理后,被送入高炉进行冶炼。在高炉中,铁矿石与焦炭发生还原反应,生成含碳量较高的生铁。生铁经过炼铁成钢的过程,通过控制冶炼过程中的温度和气氛,使生铁中的碳含量降低到合适的范围,从而得到钢材。这一步是确保钢材质量的关键,也是实现钢材性能提升的重要步骤。钢材被铸造成钢坯,这一过程中,钢水被倒入连铸机的结晶器中,通过冷却凝固成钢坯。连铸技术大大提高了生产效率,同时保证了钢坯的质量和性能。钢坯进一步经过轧制,被压制成直条螺纹钢的形状,轧制过程中,钢坯经过多道轧辊的连续变形,最终得到具有特定直径和螺纹形状的钢材。在轧制过程中,需要严格控制轧辊的间距和轧制速度,以确保钢材的尺寸精度和表面质量。轧制完成后,螺纹钢需要进行冷却处理,冷却方式的选择取决于产品的具体要求,可以是空冷、水冷或淬火等方式。冷却过程有助于钢材的固化,提高其力学性能和化学性能。冷却后的螺纹钢还需要进行定尺和飞剪处理,定尺加工是将螺纹钢切割成标准长度,以满足不同工程需求。飞剪处理则是去除两端不规则的部分,确保整根钢材的外形和尺寸都符合标准要求。经过上述步骤的螺纹钢还需要进行表面处理和质量检测,表面处理主要是去除钢材表面的氧化物和杂质,以及进行防腐处理,以提高其耐久性和使用寿命。质量检测则是对钢材的各项性能指标进行全面检测,确保产品质量符合相关标准和要求<sup>[1]</sup>。在整个生产工艺过程中,还需要注意环保和节能问

题,采用先进的环保技术和设备,减少废气、废水和固体废物的排放,降低能耗和碳排放,实现绿色生产。

## 2 生产工艺对直条螺纹钢物理性能的影响

### 2.1 工艺参数对直条螺纹钢硬度的影响

工艺参数对直条螺纹钢硬度的影响是显而易见的。在轧制过程中,轧制力的大小直接决定了钢材内部的变形程度和密度。当轧制力适中时,钢材能够均匀受力,晶粒得以细化,从而提高其硬度。相反,若轧制力过小,钢材变形不足,内部组织松散,硬度自然降低;而轧制力过大则可能导致钢材过度变形,甚至产生裂纹,同样不利于硬度的提升。轧制速度也是一个关键因素。适当的轧制速度能够确保钢材在变形过程中有足够的时间进行内部组织的调整和优化,进而提高硬度。然而,如果轧制速度过快,钢材内部组织来不及充分调整,硬度可能会受到影响。

### 2.2 工艺温度对直条螺纹钢强度和韧性的影响

工艺温度对直条螺纹钢的强度和韧性具有显著的影响。在钢材的生产过程中,温度的控制至关重要。在轧制阶段,适当的轧制温度有助于钢材内部组织的均匀化,使得晶粒更为细小,从而提高钢材的强度。如果轧制温度过高,钢材的晶粒可能会过度长大,导致组织疏松,强度下降。过高的温度还可能引发钢材的氧化和脱碳,进一步削弱其强度。温度对直条螺纹钢的韧性也产生着深刻的影响,在较低的温度下,钢材的韧性通常较差,这是因为低温使得钢材内部的分子运动减缓,塑性变形能力降低,容易发生脆性断裂。相反,在适中的温度下,钢材的韧性得以保持,既能够抵抗外力的破坏,又能够在一定范围内发生塑性变形。当温度过高时,钢材的韧性虽然会有所提高,但过高的温度也可能导致钢材的晶界弱化,使得材料在受到外力时容易发生失稳和

软化,从而降低韧性。

### 2.3 热处理工艺对直条螺纹钢晶粒结构的影响

热处理工艺对直条螺纹钢晶粒结构的影响深远而显著。热处理过程中的加热、保温和冷却阶段,直接决定了钢材内部晶粒的生长和转变。在加热阶段,适当的温度能够使钢材内部组织发生相变,促进晶粒的均匀化和细化。当加热温度过高时,晶粒可能过度长大,导致组织粗化;而温度过低则可能无法使钢材达到理想的组织状态。保温阶段对于晶粒结构的形成同样重要,保温时间的长短影响着晶粒的生长速度和程度。过长的保温时间会导致晶粒粗大,降低材料的力学性能;而保温时间不足则可能无法使晶粒充分均匀化。冷却阶段则决定了晶粒的最终形态和大小,快速冷却可以抑制晶粒的长大,形成细小的晶粒结构,提高钢材的强度和硬度;而缓慢冷却则可能导致晶粒长大,降低材料的性能<sup>[2]</sup>。

### 3 生产工艺对直条螺纹钢化学成分的影响

#### 3.1 不同生产工艺下直条螺纹钢化学成分的差异性

生产工艺对直条螺纹钢化学成分的影响是一个复杂且重要的过程。不同的生产工艺会对钢材的化学成分产生显著影响,从而导致最终产品在质量和性能上的差异性。炼铁过程中使用的原料种类和质量是影响直条螺纹钢化学成分的关键因素之一,铁矿石的纯度、含杂质元素的种类和含量,以及焦炭的质量和配比,都会直接影响炼出的铁水中各种元素的含量。炼钢过程中的温度控制、脱氧方式以及合金元素的添加等也会对直条螺纹钢的化学成分产生重要影响,炼钢温度的控制决定了钢水中元素的反应程度和析出行为,从而影响钢材中的元素含量和分布。脱氧方式的不同会导致钢中氧含量的变化,进而影响钢材的力学性能和耐腐蚀性。轧制过程中的轧制温度、轧制速度以及轧辊材质等也会对直条螺纹钢的化学成分产生一定影响,轧制温度的高低会影响钢材中元素的扩散和析出行为,进而影响其化学成分。轧制速度的变化可能导致钢材内部组织的差异,从而影响其化学成分的均匀性。热处理工艺也是影响直条螺纹钢化学成分的重要因素之一,然而,需要注意的是,生产工艺对直条螺纹钢化学成分的影响是一个复杂而多变的过程。不同的生产工艺条件和参数可能会导致化学成分的差异,甚至在同一生产工艺下,由于原料的波动和操作的稳定性,也可能产生一定的化学成分变化。

#### 3.2 合金元素掺杂对直条螺纹钢性能的影响

生产工艺对直条螺纹钢化学成分的影响是深远的,尤其在合金元素的掺杂方面,对钢材的性能产生了显著的影响。合金元素的掺杂对直条螺纹钢的强度和韧性具

有重要影响,一些合金元素如硅、锰等能够固溶在钢的基体中,形成固溶强化,提高钢材的强度。某些合金元素还能促进钢材内部晶粒的细化,增加晶界数量,从而提高钢材的韧性。这些合金元素的适量添加可以使直条螺纹钢在保持足够韧性的同时,具备更高的强度和承载能力,满足各类工程结构的需求。合金元素的掺杂还对直条螺纹钢的耐腐蚀性产生积极影响,一些合金元素如铬、镍等具有优异的抗腐蚀性能,它们能够形成致密的氧化膜,阻止钢材与环境中的腐蚀介质发生化学反应,从而提高钢材的耐腐蚀性。通过适量添加这些合金元素,可以使直条螺纹钢在潮湿、腐蚀性强的环境中依然保持良好的性能稳定性,延长使用寿命。合金元素的掺杂还能改善直条螺纹钢的焊接性能和加工性能,一些合金元素能够降低钢材的热膨胀系数和热导率,减少焊接过程中的热应力和裂纹倾向,提高焊接接头的质量。某些合金元素还能改善钢材的切削加工性能,降低切削力和刀具磨损,提高生产效率。然而,需要注意的是,合金元素的掺杂并不是随意的,过量的添加可能会导致钢材性能的下降,不同的合金元素之间存在相互作用,其含量和比例需要精确控制,以达到最佳的性能效果。

#### 3.3 成品螺纹钢的含氧量和杂质分析及影响

生产工艺对直条螺纹钢化学成分的影响是一个复杂而精细的过程,特别是在控制成品螺纹钢的含氧量和杂质方面。这些化学元素的存在和含量直接决定了钢材的性能和质量。含氧量是螺纹钢中一个关键的指标,在冶炼和轧制过程中,尽管会采取措施尽量减少氧的含量,但氧仍然是不可避免的微量存在于钢材中。适量的氧对于钢材的某些性能可能是有益的,但过高的含氧量会导致钢材的脆性增加,降低其可塑性和韧性,对螺纹钢的机械性能产生不利影响。生产工艺中需要严格控制冶炼和轧制条件,以确保氧含量在合适的范围内<sup>[3]</sup>。除了氧之外,螺纹钢中还可能含有其他杂质元素,如硫、磷、铜、铬、镍等。这些杂质元素的来源多种多样,可能来自原料、冶炼过程或轧制过程中的污染。它们的存在和含量对螺纹钢的性能也有显著影响。生产工艺中的各个环节都会对成品螺纹钢的含氧量和杂质含量产生影响。例如,冶炼过程中的温度控制、脱氧剂的种类和用量,以及轧制过程中的温度和速度等因素,都会直接影响钢材中氧和其他杂质的含量。优化生产工艺,精确控制这些参数,是确保螺纹钢化学成分稳定、性能优良的关键。成品螺纹钢的含氧量和杂质分析是质量控制的重要环节,通过对钢材进行化学分析,可以准确测定其含氧量和各种杂质元素的含量,从而评估钢材的性能和质量。根据

分析结果,可以调整生产工艺参数,优化钢材的化学成分,以满足不同工程领域对高性能螺纹钢的需求。

#### 4 生产工艺对直条螺纹钢表面质量的影响

生产工艺对直条螺纹钢表面质量的影响是多方面的,从表面处理工艺的选择到实际处理过程中的操作细节,都直接关系到螺纹钢的表面质量和性能。

##### 4.1 表面处理工艺对直条螺纹钢耐腐蚀性能的影响

表面处理工艺是提升直条螺纹钢耐腐蚀性能的关键环节。常见的表面处理工艺包括喷砂、酸洗、镀锌等。这些工艺能够有效去除钢材表面的氧化皮、锈迹和其他杂质,提高表面的清洁度和光洁度,从而增强钢材的耐腐蚀性能。以镀锌为例,通过在钢材表面形成一层致密的锌层,可以有效隔绝钢材与外界环境的直接接触,减少腐蚀介质对钢材的侵蚀。锌层还具有良好的牺牲阳极保护作用,当钢材表面的锌层受到腐蚀时,能够优先被腐蚀,从而保护钢材基体不受损害。不同的表面处理工艺对耐腐蚀性能的影响也有所差异,一些工艺可能存在处理不彻底、涂层不均匀等问题,导致钢材表面存在局部腐蚀的风险。

##### 4.2 表面光洁度对直条螺纹钢表面硬度的影响

表面光洁度是衡量钢材表面质量的重要指标之一,它直接影响到钢材的表面硬度和耐磨性。一般来说,表面光洁度越高,钢材的表面硬度也越高,耐磨性也越好。在生产工艺中,通过优化轧制工艺、调整轧辊材质和轧制速度等措施,可以实现对钢材表面光洁度的有效控制。例如,采用高精度轧辊和合理的轧制速度,可以减少钢材表面的微观不平度,提高表面光洁度。高表面硬度的直条螺纹钢在使用过程中能够抵抗更大的摩擦和磨损,延长使用寿命。特别是在一些高负荷、高磨损的工作环境下,高表面硬度的钢材能够展现出更好的性能表现。

##### 4.3 不同表面处理工艺对直条螺纹钢表面粗糙度的影响

表面粗糙度是反映钢材表面微观几何形状特征的指标,不同的表面处理工艺会对钢材的表面粗糙度产生显

著影响。例如,喷砂处理能够通过高速喷射砂粒冲击钢材表面,去除氧化皮和锈迹,同时形成一定的表面粗糙度。这种粗糙度有利于增加涂层与钢材基体之间的机械咬合力,提高涂层的附着力和耐久性。如果喷砂处理过度或操作不当,可能导致钢材表面过于粗糙,影响美观性和使用性能<sup>[4]</sup>。酸洗处理则能够通过化学作用去除钢材表面的氧化物和杂质,使表面更加平滑。这种处理工艺通常能够获得较低的表面粗糙度,有利于提高钢材的耐腐蚀性能和涂装效果。但需要注意的是,酸洗过程中需要严格控制酸液的浓度和温度,以避免对钢材基体造成过度腐蚀或氢脆等问题。还有一些新型的表面处理工艺,如激光熔覆、等离子喷涂等,这些工艺能够在钢材表面形成一层均匀、致密的涂层,显著改善钢材的表面粗糙度和性能。这些工艺的成本相对较高,目前尚未在大规模生产中广泛应用。

#### 结束语

通过对生产工艺与直条螺纹钢综合性能关系的深入研究,不难发现,生产工艺的优化对于提升钢材性能具有至关重要的作用。随着科技的不断进步和工艺技术的不断创新,同时,也应认识到,生产工艺的优化是一个持续的过程,需要不断地进行探索和实践。钢铁企业应加大科研投入,加强与高校和研究机构的合作,共同推动生产工艺的创新和优化,为直条螺纹钢的性能提升和产业升级贡献更多的智慧和力量。

#### 参考文献

- [1]王小明,李刚.生产工艺对直条螺纹钢性能的影响研究[J].钢铁研究学报,2022,34(5):547-553.
- [2]张丽梅,刘海涛.轧制工艺对直条螺纹钢组织和性能的影响[J].金属热处理,2021,46(10):61-66.
- [3]李明,陈晓红.热处理工艺对直条螺纹钢力学性能的影响分析[J].材料科学与工程学报,2023,41(2):289-295.
- [4]陈慧敏,马建新.生产工艺参数对直条螺纹钢耐腐蚀性能的影响研究[J].腐蚀科学与防护技术,2020,32(3):231-236.